

## Information flow of EEG with alpha activities in children

著者	翁長 晃
発行年	1989-03-24
その他の言語のタイトル	アルファ波を伴った小児脳波のインフォメーション フロー アルファハ ヲ トモナッタ ショウニ ノウハ ノ イ ンフォメーション フロー
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10422/1728">http://hdl.handle.net/10422/1728</a>

氏名・（本籍） お 翁 <sup>なが</sup> 長 <sup>あきら</sup> 晃（沖縄県）

学 位 の 種 類 医学博士

学 位 記 番 号 医博第61号

学位授与の要件 学位規則第5条第1項該当

学位授与年月日 平成元年3月24日

学位論文題目 Information flow of EEG with alpha activities in children

（アルファ波を伴った小児脳波のインフォメーションフロー）

審 査 委 員 主査 教授 横 田 敏 勝

副査 教授 島 田 司 巳

副査 教授 高 橋 三 郎

## 論 文 内 容 の 要 旨

### 〔目 的〕

アルファ波の脳内伝播については、フーリエ変換によるクロススペクトルを使用した研究で、後頭部から前頭部への伝播パターンが一般に提唱されている。しかしフィードバックシステムにおいては、位相のずれの方向が必ずしも波の伝播の方向を意味するものではなく、またフィードバックシステムにフーリエクロススペクトル解析を適用することには原理的な問題がある。ヒトの大脳皮質神経線維の約95%は皮質-皮質線維であると推定されており、特に各半球内で密な線維連絡を形成している。そこにはフィードバックシステムが働いていると想定される。本研究はフィードバックシステムの解析が可能な自己回帰法を用いて以下の点を検索することを目的とした。①大脳皮質領域間の相互作用を脳波の情報論的構造から推定すること、②基礎律動発生モデルとして的大脑半球モデルの有用性及び限界を検討すること、③インフォメーションフローの具体的な意味をシミュレーションで明らかにすること、④インフォメーションフローと脳の成熟あるいはてんかんの罹患との関係を検討することである。

### 〔方 法〕

対象は71例の小児で、その内訳は男児40例、女児31例、年齢は3-15才、てんかん児49例、非てんかん児22例である。これらの児に対して安静覚醒閉眼時の脳波を国際10-20法により、単極誘導、両耳短絡基準電極、時定数0.1で、アナログフィルターを使用せずに記録した。右側7チャンネル（後頭、頭頂、中心、前頭、前頭極、後側頭、中側頭）の記録を、400 cpsでAD変換して、200 cpsの自己回帰モデル（1、2、7次元）のあてはめをTIMSACプログラム（赤池1972年）

によって行った。インフォメーションフローは下記の(1)式によって計算し、source index を下記の(2)、(3)式によって定義した。

#### 〔結 果〕

後頭部の脳波の1次元自己回帰モデルの次数は最頻値8で、従来の報告と一致した。source indexを2及び7次元モデルについて求めた。7次元モデルでは後頭から中心及び中側頭に向かうインフォメーションフローのパターンが見られ、2次元モデルでは前頭極と後頭から中心と中側頭に向かうパターンがみられた。両モデルは基本的に類似したパターンを示した。しかし7次元モデルにおける自己回帰スペクトルは元のデータのペリオドグラムとの一致が2次元モデルのそれよりも不良であった。2次元モデルによる source index については、てんかん群対非てんかん群、若年群(3-9才)対年長群(10-15才)で比較した。てんかん群対非てんかん群の前頭極を除くと、いずれも有意差は見られなかった。10 cps の正弦波にホワイトノイズを重ねたデータを計算機で作成し、正弦波の空間的パワー分布及びホワイトノイズの空間的パワー分布と、それから計算されたインフォメーションフローのパターンとの関係を検討したところインフォメーションフローは正弦波のパワーの大きいチャンネルから小さいチャンネルへ、またホワイトノイズのパワーの大きいチャンネルから小さいチャンネルへと流れる傾向が認められた。さらに正弦波のパワーとホワイトノイズのパワーの和を各チャンネルで一定にすると、インフォメーションフローはホワイトノイズの大きいチャンネルから小さいチャンネルへ流れるというパターンを示した。

#### 〔考 察〕

7次元モデルのあてはめ不良の原因として、①7という次元が大きすぎることに、②2.56秒というデータ区間長が短かすぎることに、③S/N比が低すぎるものが考えられた。しかし、7次元モデルは2次元モデルと類似のインフォメーションパターンを示しており、その意味では7次元モデル(つまり半球モデル)も基礎律動発生モデルとして有用であると考えられた。2次元モデルはペリオドグラムのピーク周波数の一致という点では、ほぼ問題がなかった。しかし、次数の最頻値5の2次元モデルはパワーの空間的分布の推定に使用するには問題が残された。てんかん群対非てんかん群及び若年群対年長群の比較では、5%の危険率でもほとんど有意差は認められなかった。インフォメーションフローのパターンは何らかの安定した脳の構造を示していると考えられた。シミュレーションではインフォメーションフローがノイズの空間的分布に大きく影響されている可能性が示唆された。インフォメーションフローの理論からすると、信号に含まれる情報は駆動関数としてのホワイトノイズに由来するのであり、その意味からはこの結果は理解できるものと思われた。

#### 〔結 論〕

2次元モデルにおいて、後頭及び前頭極から中心及び中側頭に向かうインフォメーションフローのパターンが見られた。類似のパターンは7次元モデルにおいても見られ、その意味では7次元モデルも脳波の基礎律動発生モデルとして有効であると考えられた。このパターンは各年齢間

やてんかんの有無で統計的有意差をほとんど示さなかった。インフォメーションフローがノイズの空間的分布の表現である可能性が示唆された。

註：式

$$I(j, i, m) = \frac{1}{2} \log \left\{ 1 + \frac{A^2(j, i, m)}{\sum_{k=0}^{m-1} (A^2(j, i, k) + A^2(i, i, k))} \right\} \quad (1)$$

$I(j, i, m)$  : チャンネル  $j$  からチャンネル  $i$  へのラグ  $m$  のインフォメーションフロー

$A(j, i, k)$  : チャンネル  $j$  からチャンネル  $i$  へのラグ  $k$  の自己回帰係数

$$\text{Source index}(i) = \sum_{j=0}^6 \{ \text{flow index}(i, j) - \text{flow index}(j, i) \} \quad (2)$$

Source index( $i$ ) : チャンネル  $i$  の source index

flow index( $i, j$ ) : チャンネル  $i$  からチャンネル  $j$  への flow index

$$\text{Flow index}(i, j) = \frac{\text{flow}(i, j)}{\sum_{k=0}^6 \sum_{l=0}^6 \text{flow}(k, l)} \times 100.0 \quad (3)$$

flow( $i, j$ ) : チャンネル  $i$  からチャンネル  $j$  への全てのラグのインフォメーションフロー

### 学位論文審査の結果の要旨

ヒトの大脳皮質の各領域間には濃密な線維連絡がある。本研究はその機能的意義を脳波学的に解明しようとしたものである。大脳皮質の各領域にフィードバックシステムを想定し、フィードバックシステムの解析が可能な自己回帰法を用いて、大脳皮質各領域の相互作用を数学的に表現しようとした。

対象は3-15才の小児で、てんかん児、非てんかん児を含んでいる。これらの児の安静覚醒時の脳波を通常の方法により単極導出し、アナログフィルターを使用せずに記録した。右側の頭皮上の7ヶ所からの同時記録について最小 AIC 法による自己回帰モデルをあてはめて(1,2,7次元モデルを使用)、インフォメーションフローを計算し、それを指数化して比較した。

結果は以下の通りである。(1)インフォメーションフローは Frontopolar(2次元モデルにおいては Frontopolar 及び Occipital) から Central と mid-Central へ流れるというパターンが見いだされた。(2)従来より行われていた2次元モデルと7次元モデルを比較すると、基本的に同様のインフォメーションフローパターンを示し、7次元モデルも脳波の律動発生機構のモデルとして有用であることが示唆された。しかし、7次元モデルは次元数の過大、データセグメント

長の過小、S/N比などの点で問題を含んでいる可能性が指摘された。(3)てんかん群対非てんかん群、若年群対年長群で有意差はほとんど見られず、インフォメーションフローのパターンが脳の何らかの安定した構造を示唆すると解釈された。

本研究は、工学の領域に最近導入されたインフォメーションフローの理論を脳波の解析に応用した新しい試みで、その意義は大きく、学位論文とするに値するものである。